

生态城市实施导则系列之

绿色建筑专项

2017.02

英文撰写： Dr. Florian Steinberg

中文翻译：李春艳

中欧低碳生态城市合作项目（EC-Link）

本项目为欧盟资助项目，由中国城市科学研究会（CSUS）受住房和城乡建设部（MoHURD）
委托与德国国际合作机构（GIZ）联合实施。



目 录

导言.....	2
1. 绿色建筑发展背景.....	3
2. 中国的绿色建筑发展.....	4
3. 发展目标.....	7
4. 绿色建筑评价标准.....	9
5. 绿色建筑评价标准.....	12
6. 建议指标体系	15

导言

本生态城市导则由中欧低碳生态城市合作项目（以下简称“项目”）撰写，内容主要基于项目所编写的各领域的工具箱¹，其中包括欧洲和中国的成功案例、城镇发展标准体系、指标、以及评价方法。此外，本导则还吸收了住建部正在实施生态城市建设的试点城市的创新做法。项目共编写了 9 个领域的工具箱，包括紧凑城市发展，清洁能源，绿色建筑，绿色交通，水管理（包括水供应，废水处理和雨洪管理），固废管理，城市更新与重建，市政金融，绿色产业。

目标. 为参与住房和城乡建设部的生态城市项目的试点城市以及其他城市提供技术指南并得以遵循。

法律法规. 生态城市规划方面的相关法律法规和国家文件如下：

- 《城市规划法》，1984 年颁布，于 2008 年更改为城乡规划法，历经几次修订，最近一次修订于 2015 年 4 月。
- 《土地管理法》，1998 年颁布。最近于 2014 年修订。
- 《环境保护法》，于 1989 年 12 月颁布，最新修订版自 2015 年 1 月 1 日起施行。
- 住房和城乡建设部于 2013 年发布的《“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划》

- 中国中央和国务院于 2014 年 3 月发布的《国家新型城镇化规划 2014-2020》
- 国务院于 2015 年 4 月发布的《中共中央 国务院关于进一步推进生态文明建设的意见》
- 中国中央和国务院于 2016 年发布的《中共中央、国务院关于进一步 strengthening 城市规划建设管理工作的若干意见》
- 中国中央和国务院于 2016 年发布的《“十三五”规划纲要(2016-2020)》

绿色建筑范畴内的文件：

- 《建筑法》，1997 年通过，2011 年 4 月修订。
- 住房和城乡建设部、财政部于 2012 年发布的《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》。
- 住房和城乡建设部、发展改革委员会于 2013 年发布的《绿色建筑行动方案》。
- 住房和城乡建设部于 2015 年发布的《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2014) (原 2006 版废止)。
- 住房和城乡建设部于 2015 年发布的《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》

主要内容. 本导则针对绿色建筑。建设生态城市必须要发展绿色建筑，并且必须依靠愿意致力于此的市政府或区政府才可以使规定得以执行。

¹中欧低碳生态城市合作项目。绿色建筑工具箱。2016。 <http://eclink.org/en/sectors/1/toolbox/>

1. 绿色建筑发展背景

绿色建筑潮。在能效工程技术和建筑科技的大潮中，政府通过税收激励政策、对新建建筑和既有建筑改造出台严格的建筑标准起到了引领作用。此外，建筑领域的 CO₂ 排放对城市碳排放的贡献——约占 50%，——也逐渐被认识。其碳排放主要取决于所用建材类别，以及生产过程中产生的碳排放，建筑内采暖与供冷耗能，还有水供应、废水和固体垃圾处理耗能，和总体能效水平。满足既有建筑的能源需求是通向绿色城市的道路上的重中之重。既有建筑的绿色改造应该从建筑材料开始，并延伸到建筑内部的水力供应系统、制冷和供暖系统、废水和垃圾处理体系。多个创新建筑项目已证明，被动式建筑设计有助于提高建筑的能效水平。

降低温室气体排放。根据对建筑领域的分析，联合国环境保护署得出以下结论：
(i) 目前，建筑是最大的温室气体排放单体；
(ii) 新建绿色建筑和改造现有的高耗能高资源消耗建筑可大幅度节能；
(iii) 绿色建筑可产生改善健康和提高生产力的益处；
(iv) 建设绿色建筑可增加就业机会；
(v) 发展中国家有机会为未来的几十年打下建设高

能效建筑的基础；
(vi) 公共政策和样板项目的作用对于推广绿色建筑非常重要。²

节能。据测算，绿色建筑可节能 30%，节水 30-35%，节约垃圾处理费用 50-90%。发达国家在这方面已取得很大成就，发展中国家，尤其是亚洲，还需赶上。绿色设计、生态技术和资源节约型建筑都从自然中获得启发。“如果我们要模仿真正原生态的低能耗方式，则需要建造能适应不断变化的条件的建筑。”

提高建筑标准。建筑标准、强制性能耗证书、财政激励，以及各种支持对提高建筑能效有着明显而且可量化的影响。多个国家的案例证明，高能效建筑标准可使建筑能耗降低平均 80%。³很明显，应由私有领域引领这个程序，但公共领域可通过将公共建筑改造为高能效的绿色建筑来设定重要标准，并成为典范。

绿色建筑即弹性建筑。弹性建筑与绿色城市紧密相关，尤其是海滨城市和位于洪涝区的城市。弹性建筑是城市应对极端天气事件的整体方案的组成部分。建筑与基础设施体系及服务的关系以及其应对极端天气的能力通常被称作城市的弹性。

² UNEP. 2011. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, pp. 334-371. <http://www.unep.org/greeneconomy>

³ E. Von Weizsäcker, K. Hargroves, M. H. Smith, C. Desha and P. Stasinopoulos. 2009. *Factor Five*. Earthscan. London et al.

2. 中国的绿色建筑发展

中国的建筑业能耗占全国能耗的 31%，每天产生 850 万吨的 CO₂ 排放。⁴ 中国的建筑业需要绿色发展有如下原因：政府下令要求降低污染和能源消耗；社会的环保

意识在逐步缓慢提高；企业家精神在兴起；建筑业规模庞大，每年的新建建筑将近占全球新建建筑的一半；到 2020 年，占全球能耗的比例将达 40%。

中国的居住建筑			
新建多户居住建筑			
	原状	绿色发展	节约的能源（费用）
2005~2050 能耗增长	约 5300 亿 kWh/年	约 3050 亿 kWh/年	约 2250 亿 kWh/年
每年的能源费用增量	无	约 120 亿\$	(约 120 亿\$)
供暖节能量	无	76%	76%
每年节约的能源费用	无	等同于增加的费用	约 120 亿\$

由于城镇化和人民收入增加的原因，中国多户住宅建筑的需求快速增长。世界可持续发展工商理事会（WBCSD）预计，从 2010 年到 2050 年多户住宅建筑用于照明的电力需求将增长 200%，用于电器的电力需求将增长 325%。当前建筑的特点是设计落后、外围护保温性能差、供暖系统能效低，而且供暖收费机制为固定费用，不反映实际能耗。世界可持续发展工商理事会在 2009 年以一栋典型的民用住宅楼（6 层，含 36 套公寓）为例，对其提高能效在 2005-2050 年期间将产生的影响做了分析。上表显示，通过一系列设计和管理措施，能效可提高 76%。这些措施包括改善外围护的设计和保温、各公寓单独控制温度、电耗单独计量等。如果这个案例可以在中国范围内复制，按照当前的电价计算，每年的节能总量可达 2250 亿 kWh 或节约能源费用 120 亿\$。尽管如此，但中国建筑总量的增加超出了能效的提高，这将导致在上述期限内每总能耗仍将增加 3050 亿 kWh。

来源：UNEP. 2011. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. 第 348 页。 <http://www.unep.org/greeneconomy>

中国需要一个零能耗建筑计划。这很急迫，也对于适应气候变化和减少环境问题非常关键。这对中国乃至全球都很重要。⁵ 尽管中国建筑领域的碳排放低于工业领域，如果没有目标远大的政策，这种情况会很多反转。要知道在很多国家建筑领域的能耗已超过了运输或工业领域（北美，欧洲……）。而且，如果中国的城市持续以传统的标准发展，以如此巨大的建筑体量

将不可能降低能源消耗，阻止气候变化。中国需要实行欧盟和加利福尼亚正在计划着的零能耗建筑政策：自 2020 年起的所有新建建筑都将是低碳建筑。2012 年中国的三星绿色建筑为 6950 万 m²，到 2015 年底计划增加至 10 亿 m²。所有新建公共建筑都应获得三星绿色建筑认证。中国将发展具有中国特色的绿色建筑。⁶

⁴ www.house-energy.com

⁵ <http://www.house-energy.com/ZNEB/China-ZNEB.html>

⁶ Yang Weiju (ed.). 2012. *Green Architecture*. Contemporary Architecture in China. Inkj (www.lnkj.com.cn). Beijing.

中国的绿色建筑评价标准。《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014⁷自 2015 年 1 月 1 日开始实施，原《绿色建筑评价标准》GB3T50378-2006 同时废止。评价体系分为三级，即一星级、二星级、三星级。到 2013 年底，约 1500 栋建筑（1.6 亿 km²）符合原绿色建筑标准。2012 年新建建筑中只有 2% 为三星级绿色建筑，到 2020 年该比例应达到 50%。与 2006 版标准相比，新评价标准最大的不同是适用的建筑类型更广，评价方法也有很大不同。2006 版标准只用于评价部分公共建筑（办公楼，商场，酒店）和住宅建筑，而 2014 版则适用于所用的民用建筑，包括住宅和公共建筑（如根据 GB 50352-2005⁸）。2014 版的评价方法也更加复杂，尤其是建筑管理占有很高权重，评分更加严格，而且需要在施工前估算建筑的绿色性能。开发商需要付出更大努力才能得到三星认证。⁹ 该绿色建筑评价标准将成为英国 BREEAM 和美国 LEED 认证体系的补充，因为两者目前仅用于跨国公司的办公建筑或高端公寓的认证。除了来自基本的能效规定的从上至下的压力，绿色建筑标识为建筑开发商提供了基于市场的激励机制来从上至下的推广绿色建筑。评估内容涵盖土地利用、能源、水管理、建筑材料和室内空气质量，因此获得绿色建筑标识将有效的帮助建筑开发商要在竞争日趋激烈的市场上使自己的建筑脱颖而出。而绿色建筑标准的强制性也将对建筑业整体产生深远影响。

世界绿色建筑委员会。自 2008 年，中国宣布加入世界绿色建筑委员会，和香港一样成为会员。绿色建筑委员会（一种公私合作伙伴关系）可帮助会员国管理本土

的绿色建筑标识体系，还兼具帮助监测建筑运行、提高公众意识的责任。

中国建筑业。中国建筑业的发展速度惊人，每年新建建筑面积达 18 亿 m²。¹⁰ **换句话说，全球新建建筑的 1/3 在中国。**这意味着每年有数百万栋建筑进入房地产市场，将消耗越来越多的天然气和电力，而如果中国的建筑能耗标准没有大幅度转变的话将无法支撑。中国的环境问题举世皆知：严重的干旱，毁灭性的洪涝灾害，城市内恶劣的空气质量。许多边远农村和超大城市，如广东、上海、天津和香港，承受着如果海平面上升将带来的高风险。所以，控制并且扭转建筑高能耗的势头很重要。但是，并不是只有在十二五计划中提到的省份在发展绿色建筑。很多其他省份和城市都采用了高能耗标准。很多城市还在中央政府制定的框架下出台了当地的绿色建筑、生态城市、或可持续建筑规划。

绿色建筑比例在增加。 尽管总量有限，中国的绿色建筑在十二五目标的指导下——到 2015 年低能耗建筑面积达到 10 亿 m²，即同期新建建筑面积的 20%——在稳定增长。绿色公共建筑中的增长率（年均 60%）尤其高，在东部沿海城市中非常显著。

住房和城乡建设部与性能监测。住房和城乡建设部希望通过电子设备监测建筑的实际能耗，并将数据上传到网上。用户通过客户端就可以控制家里的空气质量，在线远程控制供水、供电、采暖和制冷能耗，为节能和节约资源做出贡献。网络可以成为绿色建筑运行管理的一个组成部分。有人建议，与绿色建筑运行管理相关的（供水、供电、采暖和制冷）软件应该是免费的（开源代码软件）。但是，这种通

⁷ Assessment standard for green building 2014 (GB/T-50378-2014), published by MoHURD.

⁸ GB 50352-2005, 2.0.2 Residential building: Building for the use of short-term or long-term living of single or multi-person household; 2.0.3 Public building: Building for public activities.

⁹ Bundesministerium für Umweltschutz, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit/EcoNet China/German Chamber Network (Eds). August 2014. Econet Monitor: Green Markets & Climate Change, German Chamber Network (DE). Beijing. www.econet-china.com

¹⁰ <http://www.house-energy.com/NZEB/China-ZNEB.html>

过“物联网”来整合起建筑管理的所有方面的软件还有待开发。除了管理水、电、供暖和制冷，还可以采用智能技术控制建筑内的温度、湿度、照度和噪音水平，并且在线遥控。这种自动化管理的方式可以改善居住环境和服务。光伏建筑的发展预计会引起一场清洁能源的革命。¹¹这也将引发供电管理的改革，以使多余的电能能够并入电网。希望中国国务院为利用绿色建筑产生的能源提供机会，这种无污染的可再生能源将非常有助于保证能源安全和节约能源费用。

智能建材。人们已经认识到，建筑外围护的保温隔热材料（墙体、屋面、窗户）可以更智能更节能。窗玻璃可以调节日光，如根据气象条件允许或阻止阳光射入。智能建材还可以通过智能网络程序予以控制。这种智能建材已应用在汽车行业中（奔驰车中应用了 REFR 产品），但尚未需进入建筑业。许多类型的水、电、供暖和制冷设备尚待开发。

技术。应用高质量的建筑技术是中国的目标。建设绿色建筑应该充分利用高要求的建筑标准，将智能技术应用于建筑的运行管理和监测上。收集绿色建筑的对标数据，不仅是出于监测能耗的需求，在业主的支持资金的分配也需要。

工业化。工业化是建筑业的发展方向。工业化可以减少工地施工的时间。从环境质量的角度上看，工业化还可以保证采用清洁、健康的建材。

零能耗建筑。前文中提到过，中国还没有真正的零能耗建筑项目。但是正在执行的绿色建筑项目与零能耗建筑区别不大。而且，中国具备实施此类项目的资源和手段。零能耗建筑不需要重大的突破性技术。缺少关键技术不是问题。中国的建筑业主要由国有企业控制，他们有能力培训建筑专家和工人。他们可以将欧洲和加利福尼亚的设计师和工人应用的技术同样应用于中国的零能耗建筑项目中。

资源。中国有资源有条件发展绿色建筑：巨大的新兴的建筑市场（意味着庞大的经济规模和很低的价格），充裕的资金，可以供应高性能窗户和便宜光热、光伏太阳能板（包括用于外墙的有机光伏电池）的庞大供应链。发展零能耗建筑的主要障碍在组织管理、物流和融资方面。

城市弹性。气候变化导致各个领域都必须引入气候变化适应性调整。对于建筑业也是如此。建筑需能抵抗极端的天气，并在这种时候提供安全的庇护和服务，例如发生台风或暴风雨时。抗震性能是必须具有的。

智能化建筑管理。在快速的现代化时期，许多城市服务领域通过信息技术（网络沟通，在线服务，监控摄像头等）提高现代化管理水平，使其服务更加高效、便利可用、成本更低。对于绿色建筑而言，智能化建筑管理可以节省不必要的电耗，与安保措施联网、远程或在线开启供暖或制冷设备。

¹¹ Alliance for Building Energy Efficiency (geea). 2014. *A powerful platform supporting the energy transition in the building sector. Geea annual report 2014.* German Energy Agency. www.geea.info

3. 发展目标

绿色建筑行动计划。2012年，财政部、住房和城乡建设部联合发布《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》。作为国家级指导性文件，该意见提出了十二五期间建筑业的主要任务，即标准建设、科技进步、产业发展、开发评价体系和管理机制等。¹²2013年，中央国务院以一号文件的方式发布了《绿色建筑行动方案》规定了具体可行的发展方式。这是第一个关于绿色建筑的国家级行动方案，由发展与改革委员会和住房城乡建设部共同制定。方案的主要目标是支持建筑业实现十三五期间的节能减排目标。方案中明确了十大重点任务，包括切实抓好新建建筑节能工作，大力推进既有建筑节能改造，开展城镇供热系统改造，推进可再生能源建筑规模化应用，加强公共建筑节能管理，加快绿色建筑相关技术研发推广，大力发展绿色建材，推动建筑工业化，严格建筑拆除管理程序，推进建筑废弃物资源化利用。之后很快各省推出了根据自身条件制定的本省的绿色建筑行动方案。¹³

国家十三五规划纲要中提出的主要相关目标：

- 能源资源开发利用效率大幅提高，能源和水资源消耗、建设用地、碳排放总量得到有效控制，主要污染物排放总量大幅减少。
- 根据资源环境承载力调节城市规模，依托山水地貌优化城市形态和功能，实行绿色规划、设计、施工标准。
- 支持指定降低碳排放标准，实施近零碳排放区示范工程。

2016 新型城镇化政策。于2016年2月6日发布的《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》，是时隔37年重启的于2015年12月

20-21日召开的中央城市工作会议的配套文件，确定了“十三五”乃至未来一段时间中国城市发展的“时间表”和“路线图”。要点包括¹⁴：

- **强化城市规划工作。**用5年左右时间，全面清查并处理建成区违法建设。
- **塑造城市特色风貌。**用5年左右时间，完成所有城市历史文化街区划定和历史建筑确定工作等。
- **提升城市建筑水平。**力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建建筑的比例达到30%等
- **推进节能城市建设。**全面推进区域热电联产、政府机构节能、绿色照明等节能工程；提高热能利用效率；大力推行采暖地区住宅供热分户计量，新建住宅必须全部实现供热分户计量，既有住宅要逐步实施供热分户计量改造。
- **完善城市公共服务。**优先发展公共交通。到2020年，超大、特大城市公共交通分担率达到40%以上。新建住宅要推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区。
- **营造城市宜居环境。**力争用5年左右时间，基本建立餐厨废弃物和建筑垃圾回收和再生利用体系。到2020年，地级以上城市建成区力争实现污水全收集、全处理，缺水城市再生水利用率达到20%以上。

国开金融发布的《绿色智慧城镇开发导则》中与绿色建筑相关的导则如下：

- **绿色建筑：**任何开发项目中，至少70%的建筑应达到中国一星绿建标准，20-40%应达到二星绿建标准，5-15%应达到三星绿建标准。

¹² 张明顺。2014。绿色建筑开发手册。化学工业出版社。第150-152页。

¹³ 绿色建筑行动计划。

¹⁴ 节选翻译自：http://www.gov.cn/zhengce/2016-02/21/content_5044367.htm

- **智能技术：**智能照明系统，和可以帮助实现更高能效目标的智能电网技术。

其中智慧导则和绿色导则的关系：

智慧导则	绿色导则	关系	智能技术
智慧能源管理	可再生和分布式能源	智慧能源管理系统能提高能源利用效率。智能电网技术能把多种可再生和分布式能源融合到电网上，提高清洁能源的使用效率。	智能照明系统，智能电网技术
	绿色建筑	智能楼宇控制系统和智能能源管理系统，可以显著提高绿色建筑的能源使用效率。智能电网可以高效地促进建筑物间能源的分配使用效率。	智能楼宇控制系统、智能能源管理系统、智能电网

能源消耗。根据发改委的数据，中国家庭平均每月用电量为 **87kWh**，但不同地区和家庭间差别很大。最近的调查显示，大部分城镇家庭每月用电量在 **110 到 140kWh** 之间，而农村地区的平均值为 **60KWh**。其他报告显示，家庭用电上存在很大的节能潜力。例如，如果用电量为平均值的家庭采用节能设备，可每年节电 **1000kWh**，节水 **42.6** 吨。大部分能耗发生在卫生间和厨房。空调、冰箱、洗衣机和电视都是能耗大户...¹⁵

中国在建筑改造上投资巨大。如上所述的各种努力引发政府在建筑改造上提供了大幅度支持。根据住房和城乡建设部的数据统计，中央政府 **2015** 年在老旧小区和棚户区改造上投入了 **1859** 亿元（**305** 亿美元）。政府鼓励在城镇化的过程中改善住房条件。¹⁶ 部分此类项目是由德国国际合作机构（GIZ）的项目发起的。

¹⁵ Zhou Wei, 2011. A greener city, house by house. <http://cn.bing.com/search?q=A-greener-city-house-by-house+China+Dialogue&gs=n&form=QBRE&pg=a-greener-city-house-by-house+china+dialogue&sc=0-29&sp=-1&sk=&cvid=071cb3d4c63e49f4b9b571ef5e2199c6>

¹⁶ http://news.xinhuanet.com/english/2015-06/19/c_134341916.htm

4. 绿色建筑评价标准

绿色建筑评价标准。《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 自 2015 年 1 月 1 日开始实施，原《绿色建筑评价标准》GB3T50378-2006 同时废止。与美国的 LEED 评价体系¹⁷相似，该标准采用三级评价体系。这是住房和城乡建设部制定的第一个本土绿色建筑标准。目前标准中还缺乏量化的指标。这也催生了其他的建筑评价方法。该评价标准为自愿评价，目的是促进绿色建筑的发展。2006 版的评价标准为计分制 credit-based，允许开发商选择在哪些措施上得分，对居住建筑和公共建

筑（如大型商业建筑）有两套不同的标准。评价标准主要应用于能源和资源消耗很大的建筑群或建筑单体。

评价条款分为必须满足的控制项和评分项。评分项分在六大类：(1) 节地与室外环境；(2) 节能与能源利用；(3) 节水与水资源利用；(4) 节材与材料资源利用，(5) 室内环境质量；(6) 运营管理。第七类“优选项”为交叉且较难实施的措施，如褐地再开发、可再生能源发电比例高于 10%等。

18

绿色建筑评价标准 (GB/T50378-2014) 中的主要指标

节地与室外环境	
土地利用	节约集约利用土地 (居住建筑人均居住用地(11-35); 公共建筑容积率(5-19))
	绿地率 (住宅建筑>25, 公共建筑>30%); 住宅建筑的人均公共绿地面积 >1m ² ; 公共建筑的绿地向社会公众开放。
	地下空间开发利用 住宅建筑: 地下建筑面积与地上建筑面积的比率 5%≤Rr≤25% 公共建筑: 地下建筑面积与总用地面积之比 R _{p1} >0.5, 而且地下一层建筑面积与总用地面积的比率 R _{p2} <70%
采取措施降低热岛强度 (红线范围内户外活动场地有乔木、构筑物等遮阴措施的面积达到10%~20%;超过70%的道路路面、建筑屋面的太阳辐射反射系数不小于0.4.)	
交通设施与公共服务	场地与公共交通设施具有便捷的联系
	场地内人行通道采用无障碍设计
	合理设置停车 (自行车和机动车) 场所
	便利的公共服务 (幼儿园、小学、商业服务设施、配套辅助实施、室外活动场地错时向周边居民免费开放)
场地设计与场地生态	结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局, 保护场地内原有的自然水域、湿地和植被, 采取表层土利用等生态补偿措施
	设置绿色雨水基础设施, 对大于10hm ² 的场地进行雨水专项规划设计。
	场地年径流总量控制率>55%
	合理绿化 (种植当地植物, 采用乔、灌、草结合的复层绿化; 居住建筑绿地配植乔木不少于3 株/100m ² , 公共建筑采用垂直绿化、屋顶绿化等方式)
节能与能源利用	
可再生能源利用比例(R) (R 热水 =30-80%, R 制冷/制热 =20-80%, R 用电=1- 4%)	

¹⁷ www.newwayswiki.org

¹⁸ All of these seem still in their early stage as some of this conceptual work shows. Fu Qingpeng, Guo Li; Zhu Zhigang. 2011. Study on the evaluation of green building design based on the comprehensive fuzzy evaluation principles, in: *Electric Technology and Civil Engineering (ICETCE), 2011 International Conference. Lushan. 22-24 April 2011.*

节水与水资源利用
非传统水源利用率(对不同类型的建筑和不同的用途比例各不相同)
景观水体利用雨水的补水量大于其水体蒸发量的 60%，且采用生态水处理技术保障水体水质
节材与材料资源利用
采用工业化生产的预制构件 (15-50%)
选用本地生产的建筑材料 (施工现场 500 km 以)，60%-90%； 采用可再利用材料和可再循环材料 (住宅建筑 6% -10%，公共建筑 10%-15%)； 使用以废弃物为原料生产的建筑材料，>30%。
施工管理
可回收施工废弃物的回收率不小于 80%，每 1 万 m ² 建筑面积施工固体废弃物排放量 SWC< 400t
运营管理
实行垃圾分类收集和处理 (垃圾分类收集率达到 90%；可回收垃圾的回收比例达到 90%；对可生物降解垃圾和有害垃圾进行单独收集和合理处置)
提筒与创新
采用分布式热电冷联供技术，系统全年能源综合利用率不低于70%。 室内空气中可吸入颗粒物等污染物浓度不高于现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 规定限值的 70%。

《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》中的相关指标

能耗指标 <ul style="list-style-type: none"> ● 采暖能耗: ≤15kWh/ (m²a) ● 制冷能耗: ≤15kWh/ (m²a) ● 一次能源总消耗: ≤120 kWh/ (m²a) ● 采暖负荷: ≤10 W/m² 	市内舒适度指标 <ul style="list-style-type: none"> ● 室内温度: 20~26℃ ● 相对湿度: 40~60% ● 温度超标频率: ≤10% ● CO₂ 浓度: ≤1000ppm ● 室内表面温度差: ≤3℃ ● 噪音: ≤ 30dB ● 没有冷凝水或霉菌
--	--

绿色建筑途径和技术应用

类别	最低要求 <u>一星绿建</u>	标准设计 <u>二星绿建</u>	低碳设计 <u>三星绿建</u>
1. 新建建筑	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用紧凑 ● 节能 (具备基本的太阳能热水装置) ● 水循环利用 ● 节材 ● 室内舒适度高 ● 智能管理 ● 采用节能建材 ● 采用可回收建材 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用紧凑 ● 节能 (具备基本的太阳能热水装置) ● 水循环利用 ● 节材 ● 室内舒适度高 ● 智能 ● 应用被动式建筑技术: <u>北方</u>: 应用德国 DGNB 或被动房标准; <u>南方</u>: 应用, 根据热带/亚热带条件做调整的德国 DGNB 或被动房标准 ● 应用住宅智能节能技术和器具 	<ul style="list-style-type: none"> ● 被动式建筑设计 ● 零能耗 (余能) 建筑 ● 北方地区采用高能效热泵或地源热泵 ● 南方热带和亚热带地区采用被动式制冷方式, 和地源热泵、土壤源热泵 ● 应用智能节能住宅技术和器具

2. 既有建筑改造	<ul style="list-style-type: none"> • 基本的太阳能热水装置 • 应用节能建材 • 应用可回收建材 	<ul style="list-style-type: none"> • 应用被动式建筑技术： <u>北方</u>: 应用德国 DGNB 或被动房标准; <u>南方</u>: 应用，根据热带/亚热带条件做调整的德国 DGNB 或被动房标准 • 应用住宅智能节能技术和器具 	<ul style="list-style-type: none"> • 被动式建筑设计 • 零能耗（余能）建筑 • 北方地区采用高效热泵或地源热泵 • 南方热带和亚热带地区采用被动式制冷方式，和地源热泵、土壤源热泵 • 应用智能节能住宅技术和器具
3. 运行监测	<ul style="list-style-type: none"> • 没有能耗测量 	<ul style="list-style-type: none"> • 施工前后均有能耗监测 	<ul style="list-style-type: none"> • 施工前后均有能耗监测 • 有认证 (能源证书)
4. 对业主和建筑商的激励政策	<ul style="list-style-type: none"> • 信息宣传 • 减税作为财政激励政策 	<ul style="list-style-type: none"> • 信息宣传 • 与房地产公司和公共住宅公司合作 • 基于能耗的减税作为财政激励 	<ul style="list-style-type: none"> • 信息宣传 • 与房地产公司和公共住宅公司合作 • 基于能耗证书、能源护照的减税作为财政激励

来源: EC Link 项目办

5. 绿色建筑评价标准

作为《绿色建筑评价标准》的补充，住房和城乡建设部陆续制定了 3 个辅助实施文件，即《绿色建筑评价技术细则》、《绿色建筑标识管理办法》、《绿色建筑评价实施细则》。有些省份，如江苏省和湖南省，都制定了省内绿色建筑评价标准。目前在绿色建筑各相关技术领域内有超过 20 多个中央和地方的标准和规定¹⁹。

建议在设计阶段、或建筑前期进行节能调试以确保节能效果、降低运行和管理成本。节能调试可为整个寿命期的运行要求提供指导，形成设计规范。内容应包括至少下列 5 类：(1) 照明；(2) 空调；(3) 热水供应；(4) 节能器具；(5) 调控。²⁰

试点项目成功经验。中国第一批绿色建筑项目的效果开始显现。在 2015 年开始实施修订后的《绿色建筑评价标准》，私营领域也急切地开始探索他们在绿色建筑业的角色。在新项目应用新技术的过程中，如被动房建设中，发现中国缺乏像欧洲市场上应用的高质量保温材料、密封性能耗的双玻（或三玻）窗。解决这个问题有两种途径：开发本土技术，或寻求海外合作。

将中国所有的建筑改造成适应气候变化的节能建筑是一项浩大的工程，但也是必须要完成的任务。降低中国的能耗强度还有一段漫长的路要走。目前，中国政府要求所有的新建建筑必须满足节能标准。最近的一篇报告指出，北京和上海 20% 的建筑是节能建筑，新建建筑中的比例为 90%。但是既有建筑呢？现在的很多规定都是针对新建建筑的，但占绝大多数的老

旧建筑的改造和适应气候变化更需要巨资投入。²¹可借鉴政府逐步淘汰老旧工业基础设施采取的方式，通过税收激励体制、补贴和惩罚措施来完成改造，是理想的发展经济的劳动密集型项目。

“在中国普及可持续建筑的知识是另一个挑战：怎样改善建筑师、工程师、开发商和业主之间的合作，有时还需跨越文化和语言的障碍。”北京一位奥雅纳公司顾问 Frederick wong 认为“以前的建筑师很少会想到请顾问，但要建造绿色建筑时需要很多顾问的参与。这样导致开发商和业主要承担更高的成本。”对此常见的回答是绿色建筑的增量成本-比原设计高出 2-5%-与其以后节约的能源费用相比要少得多。……“即使最终用户还没有享受到节能的益处，开发商可以高价将建筑出售了。”²²

中国准备遏制住建筑业的巨大能耗，但是，如最近的一篇研究报告提出，住宅、办公楼和工厂的能效需要大幅度提高。住房和城乡建设部最近发布的一篇报告中指出，中国巨大的建筑体量消耗的热能和电能——主要来自燃煤——将于 2020 年达到峰值，这与政府限制化石能源消耗的宏伟目标是一致的。有专家委员会合作发布的报告里预计中国建筑业的能源消耗将于 2020 年以 2.45 亿吨标煤的数字达到峰值。

根据同济大学与德国工商联合会的研究，建筑能耗占中国一次能源总消耗的 30%……到 2030 年建筑业的能耗达到峰值，然后要降低热能和电能消耗，这需要双面

¹⁹ Zhang Mingshun et al. 2014. Handbook Green Building Development. Chemical Industry Publisher. Beijing. p. 6-12

²⁰ World Bank. 2009. *Sino-Singapore Tianjin Eco-City: A Case Study of an Emerging Eco-City in China*. Technical Assistance Report. Beijing, p. 34.

²¹ Ward, J. 2010. Growing a green economy in China. <http://en.people.cn/90001/90780/91344/6949181.html>, Beijing. April 13, 2010

²² Pasternack, A. 2006. Beijing's eco-friendly architecture. 21. 12. 2006 <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/635-Beijing-s-eco-friendly-architecture>

效果……首先，要急剧提高中国建筑的能效水平……节能项目可以节约合计 1.3 亿吨煤，或 3 千亿 kWh。但达到这个目标需要巨大的投资——预计 2016 到 2030 年间需投入约 3 万 6 千亿元（5800 亿美元）来发挥出全部节能潜力。中国发展绿色建筑的障碍包括政府各级管理重合，成本高昂的设备、能耗监测技术、保温材料、智能仪表和器具等，以及小规模的可再生能源系统。绿色增长是中国十三五（2016-2020）规划纲要中的重点任务之一，但要达到这个成果还需要严格的实施和更强有力的激励措施。²³

许多中国的企业到德国参观被动房，并寻求合作。中国企业开发新产品速度快，在建材开发上也是如此。如果中国能为全球市场供应高质量的被动房建材，价格将有可能降低到合理价位。²⁴

与此类似的，来自海外的和中国本土的投资者也对绿色建筑越来越有兴趣，2014 年 EcoNet China 举办的活动就见证了这一点。²⁵ 德国和欧洲其他的建筑企业竞相为中国快速发展的建筑业提供工业化绿色建筑建材。Econet 对德国企业可以提供的关键技术和新技术做了评估，发现中国急需用于外立面和窗户上的外墙联合外保温系统（ETICS）。习近平主席曾表示，希望中国的建筑标准能在未来几年继续提高，超过 LEED。²⁶ 因此，EcoNet 和其他

德国机构，如德国能源署（DENA），认为中国在被动房解决方案上存在巨大潜力，而这对既有建筑和新建建筑都适用。另外，将光伏建筑一体化技术也有巨大潜力。因此，德国的建筑界对住房和城乡建设部于 2015 年初开始实施新版绿色建筑标准予以关注。

到 2030，中国城镇的住宅建筑面积将大 600 亿 m²，城镇人口达 10 亿，……约 70% 人口中国当前的人均收入……2012 年，住宅建筑的人均能耗只有 0.5 吨标煤——这是美国的 1/5，结合组织（OECD）国家的 1/3，甚至低于全球平均值 0.6 短标煤。²⁷ 所以，虽然中国的能源总消耗很大，但人均总消耗还是相对较低。

2015 年 4 月，中国获得《绿色建筑评价标准》和 LEED 认证的绿色建筑的建筑面积合计 3.2 亿 m²，是 2008 年《绿色建筑评价标准》刚颁布时的 154 倍。²⁸ 目前绿色建筑的面积占比已达 1%，到 2020 年有望增加到 10%。

评估方法。上述指标和赋值将用于评估生态城市规划和密度。将天津生态城的绿色建筑标准与国家绿色建筑评价标准以及天津市的标准对比，结果说明天津生态城的指标更高。

²³ Shi Jian, Energy use from China's buildings 'to peak in 2020': study, 05.06.2015

<http://www.chinadialogue.asia/blog/7956-Energy-use-from-China-s-buildings-to-peak-in-2-2-study/en>

²⁴ <http://www.eenews.net/stories/1060012314>

²⁵ Bundesministerium für Umweltschutz, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit/EcoNet China/German Chamber Network (Eds). August 2014. Econet Monitor: Green Markets & Climate Change, German Chamber Network (DE). Beijing. www.econet-china.com

²⁶ Greentech Report 2013: China at a Crossroads, in: Econet China. June 2013, pp.3-6. www.econet-china.com

²⁷ Shi Jian, Energy use from China's buildings 'to peak in 2020': study, 05.06.2015

<http://www.chinadialogue.asia/blog/7956-Energy-use-from-China-s-buildings-to-peak-in-2-2-study/en>

²⁸ Wu Yiyao. Green buildings blossom in cities, in: China Daily. 17 June 2015.

http://www.chinadaily.com.cn/business/2015-06/17/content_21026023.htm

绿色建筑评价标准（住宅建筑）对比

类别	天津生态城绿色建筑标准	国家绿色建筑标准	天津绿色建筑标准
节地与室外环境			
人均占地面积	低层: <43m ² ; 中高层: <24m ² ; 高层: <15m ²	没有具体要求*	没有具体要求
绿地面积	≥35%, ≥人均 2m ²	≥30%, 人均 1-2m ²	没有具体要求
屋顶绿化	≥10%	没有具体要求	没有具体要求
公共交通	步行 500 米之内	一般可选项	没有具体要求
其他指标, 如洪水和辐射防护、日照、自然通风、噪音。	参照相关国家标准	参照相关国家标准。噪音指标为可选项。	参照相关国家标准
节能与能源利用			
建筑能效	参照天津标准	参照相关国家和地方标准	天津标准: 供暖节能 65%
日照小时数	严寒季节为 2 小时**	相同	相同
可再生能源	占建筑总能耗比例 10%	一般可选项: 占建筑总能耗比例 5%; 优先项: 10%	没有具体要求。
照明	参照国家标准	一般可选项	参照国家标准
节水与水资源利用			
非传统水源利用率	2012 年以前不低于 20%	一般可选项: 不低于 10%	没有具体要求
其他指标, 如供水系统设计、节水设备、非传统水源	参照国家和天津标准和规定	无量化指标, 许多都是可选项	参照国家和天津标准和规定
节材与材料资源利用			
墙体处理	泥土比例不超过 20%	没有具体要求	没有具体要求
建筑材料中有毒物质含量	参照国家标准	参照国家标准	参照国家标准
室内环境质量			
热力工程	参照国家标准	一般可选项	参照国家标准
温度控制	供暖或制冷开启时室内温度可控。	一般可选项	与天津生态城标准一致。
其他指标, 如日照、室内空气质量、建筑可达性。	参照国家标准。	参照国家标准	参照国家标准。
运行管理			
智能建筑管理系统	包括安保、电话、有线电视、网络和运行管理系统。参照国家标准。	一般可选项	参照国家标准

*没有具体要求。

**需与天津有关部门确认当地的要求。

来源: World Bank. 2009. Sino-Singapore Tianjin Eco-City: A Case Study of an Emerging Eco-City in China. Technical Assistance Report. Beijing, p. 33.

6. 建议指标体系²⁹

	指标	指标赋值	目前状态/ 目标实现期限
1	绿色建筑比例 [1]	既有建筑 $\geq 15\%$ [1] 新建建筑 = 100% [1] ³⁰	中期目标 [3] 到 2020 [4]
	可再生能源比例 (R)[2]	可再生能源提供生活用热水的比例 $R_{\text{热水}}=30-80\%$ [2]; 利用可再生能源的空调用冷量和热量比 $R_{\text{冷却/供暖}}=20-80\%$ [2]; 可再生能源提供的电力比例 $R_{\text{电力}}=1-4\%$ [2]	
2	公共建筑的绿色建筑比例 [5]	100% [5]	
3	被动式超低能耗绿色建筑: 年供暖、供冷和照明一次能源消耗量[6] 新风量 [6]	$\leq 60 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{年}$ (或 7.4 千克标煤/ $\text{m}^2\cdot\text{年}$) [6] $\geq 30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ [6]	
4	新建建筑 – 年供暖需求 (严寒地区)	$\leq 18 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ [6]	
5	新建建筑 – 年供暖需求 (寒冷地区)	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ [6]	
6	新建建筑 – 年供暖需求 (夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区) (国标 50189)	$\leq 5 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ [6] 夏季室内空调温度 $\geq 26^\circ\text{C}$ [7] 冬季室内供暖温度 $\leq 20^\circ\text{C}$ [7]	
7	年供冷需求 ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{年}$)	$\leq 3.5+2*\text{WDH}20^{31}+2.2*\text{DDH}28^{32}$	
8	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	$\leq 0.6^{-1}$ (50 Pa)	
9	既有建筑改造 [5] 年度供暖需求	$\geq 10\%$ 的存量房 [5] 既有建筑: $\leq 50 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{年}$	
10	有害建筑材料 [8] 装配化住宅 [9]	0% 有害建筑材料 [8] $\leq 30\%$ 所有建筑 [9]	到 2025
11	采暖地区集中供热普及率 [10]	$\geq 65\%$ [10]	
12	市内空气质量: radon density [8] 相关性更强的指标为 (如《绿色建筑评价标准》中的控制项, 符合《室内空气质量标准》GB/T18883: – CO_2 浓度或 换气率 – TVOC – 甲醛	GB/T18883-2002: – 新风量 $>30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{p})$ – $\text{CO}_2<0.1\%$ (1000ppm) – $\text{TVOC}<0.6\text{mg}/\text{m}^3$ – $\text{HCHO}<0.1\text{mg}/\text{m}^3$ – Radon $<400\text{Bq}/\text{m}^3$	

²⁹ 中欧低碳生态城市合作项目。2016。中欧生态城市指标体系 (尚未公开发表)。

³⁰ 其他绿建相关指标为, 70% 一星级绿色建筑; 20-40% 二星级绿色建筑; 15% 三星级绿色建筑 [11]。

³¹ WDH20 (Web-bulb degree hours 20) 为一年中室外湿球温度高于 20°C 时刻的湿球温度与 20°C 差值的累计 (单位: kKh)

³² DDH28 (Dry-bulb degree hours 28) 为一年中室外干球温度高于 28°C 时刻的干球温度与 28°C 差值的累计 (单位: kKh)

参考信息：

- [1] 仇保兴. 2012. 兼顾理想与现实——中国低碳生态城市指标体系构建与实践示范初探. 中国建筑工业出版社。
- [2] 住房和城乡建设部. 2014. 《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2014).
http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201508/t20150829_224219.html
- [3] 世界银行. 2009. 《中新天津生态城案例分析》。
www-wds.worldbank.org/.../PDF/590120WPOP114811REPORTOFINAL1EN1WEB.pdf
- [4] 能源基金会《低碳城市设计原则与方法》。2011. 第 46 页。
<http://www.chinastc.org/en/research/34>
- [5] 中国城市科学研究会. 2015. 珠海宜居指标体系。（未发表）
- [6] 住房和城乡建设部. 2015 年 10 月. 《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》。
http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201511/t20151113_225589.html
- [7] 住房和城乡建设部. 2016. 绿色生态城区评价标准（送审稿）。
- [8] SWECO 的曹妃甸指标体系。（未发表）
- [9] 中国十三五规划纲要. 2016
- [10] 环保部. 2008. 在世界银行报告中提及的《生态县、生态市、生态省建设指标》。
www-wds.worldbank.org/.../PDF/590120WPOP114811REPORTOFINAL1EN1WEB.pdf.
2013 年修订版 http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201306/t20130603_253114.htm